

高等院校建筑类教材系列

建筑消防技术

龚延风 陈卫 主编



科学出版社

高等院校建筑类教材系列

建筑消防技术

龚延风 陈 卫 主编

科学出版社

2002

内 容 简 介

建筑消防技术是多学科多工种的综合技术。本书系统详细地阐述了建筑消防涉及的火灾燃烧理论以及建筑设计、消防给水、气体灭火、防烟排烟、火灾报警与消防联动控制等技术子系统的原理和设计方法。在撰写本书时注重说明消防技术所含子系统的相互关系,便于读者对消防技术形成整体的认识。理论与工程实践相结合是本书在内容组织上的一大特点,这样有助于读者通过提高对建筑消防规律的认识更好地理解 and 执行国家的消防法规和规范。

本书可作为高等院校建筑学、城市规划、建筑设备、安全工程、土木工程等专业的教材,也可供设计、监理、管理、安装等相关专业技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

建筑消防技术/龚延风,陈卫主编.-北京:科学出版社,2002
(高等院校建筑类教材系列)

ISBN 7-03-009821-8

I. 建… II. ①龚… ②陈… III. 建筑物-消防-基本知识
IV. TU998.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 076451 号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

源海印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2002年3月第一版 开本:720×1000 B5

2002年3月第一次印刷 印张:22 3/4

印数:1—4 000 字数:459 000

定价:30.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈兰各〉)

前 言

伴随着社会发展的历史进程,人与建筑的关系越来越密切,人类工作、生活的更多时间是在建筑物内度过的,人们赋予建筑的功能也更加复杂和综合,大体量的建筑也不断增加,这些都增加了建筑火灾的危险性和危害性。建筑物一旦发生火灾,往往会造成巨大的财产损失和严重的人员伤亡,因此,提高建筑的安全水平是建筑科技时刻关注的课题之一。然而,在以往的教学,中,建筑消防的教育显得较为薄弱,与建筑业的发展形势不相适应,亟待加强。

建筑消防技术是一门综合性很强的工程技术,它涉及到建筑学、结构、给排水、暖通空调、电气控制等不同的专业门类。在以往的教学,中,建筑消防技术是被分解到各个专业中分别学习的,各专业人员大多只局限于学习与本专业相关的内容。但是,建筑消防技术本身是一个完整的、有机的系统,我们需要从不同的角度采用多种方式来防范和应对火灾,多种消防手段和系统共同作用才能取得良好的防治效果。分散教学显然不利于学生对消防技术的全面理解和掌握,学生往往只见树木,不见森林,缺乏整体认识,不利于各子系统间的相互配合。因此,建筑消防技术的教学从分散走向综合是必然趋势,本书的编写正是基于这种认识。

本书在编写过程中注重于构建建筑消防系统的完整框架,体现了各系统间的相互联系和整体作用;在内容安排上着重阐述各个子系统的基本原理和方法,使读者能把握消防技术的基本规律和核心,便于在工作实践中不断理解、学习和发展新的消防技术。本书作为教材,在编写时较好地处理了教材与规范之间的关系,避免把本书写成规范的说明书,但在介绍具体方法时充分结合了国家有关标准、规范的内容,以提高本书的实用性。

本书的作者来自于教学、设计、管理等不同部门,这种组合可以达到优势互补、各取所长、共同提高的效果。参加本书编写的有(按姓氏笔画为序)马小军、刘俊、陈卫、张九根、张怡、吴骥良、龚延风、梁云红等七位同志,由林荣祖教授、顾仲华教授、国君杰高级工程师主审,莫奇同志绘制了部分插图。

本书除可以作为高等院校建筑学、城市规划、土木工程、给排水工程、建筑环境与设备工程、电气工程及其自动化、工程管理等专业的教材之外,还可作为设计、监理、管理、安装等行业有关消防工程技术人员参考书。

由于作者水平有限,书中难免存在缺点和不足之处,恳请广大读者批评指正。

目 录

第一章 消防基础知识	1
第一节 燃烧原理	1
第二节 可燃物的燃烧特点及燃烧产物	8
第三节 火灾	10
第四节 建筑火灾典型案例分析	15
第五节 建筑消防系统及消防方针	21
第二章 建筑防火	27
第一节 建筑总平面防火	27
第二节 建筑防火分区	33
第三节 安全疏散设计	42
第四节 建筑耐火设计	54
第三章 消火栓及自动喷水灭火系统	70
第一节 消火栓给水系统	70
第二节 消火栓系统用水量	73
第三节 消火栓的布置	74
第四节 消火栓系统的水力计算	76
第五节 消火栓给水系统的供水设施	81
第六节 消火栓给水系统的超压和水锤	83
第七节 自动喷水灭火系统	86
第八节 自动喷水灭火系统用水量	110
第九节 喷头的布置	113
第十节 自动喷水灭火系统的水力计算	121
第十一节 自动喷水灭火系统的供水设施	125
第十二节 自动喷水灭火系统的减压、超压及特殊喷头	127
第四章 气体灭火系统	131
第一节 气体灭火系统概述	131
第二节 气体灭火系统类型、组成与工作原理	143
第三节 系统主要组件及其设计要求	148
第四节 气体灭火系统的设计	152
第五节 哈龙灭火系统的替代技术	172

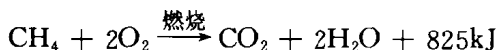
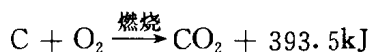
第六节 气体灭火系统的操作与控制·····	183
第五章 泡沫灭火系统 ·····	188
第一节 泡沫灭火系统概述·····	188
第二节 泡沫灭火系统的组成及适用范围·····	190
第三节 泡沫灭火剂与系统组件·····	197
第四节 泡沫灭火系统设计计算·····	207
第六章 防烟排烟技术 ·····	223
第一节 烟气的性质与危害·····	224
第二节 烟气流动特性·····	230
第三节 烟气控制方式·····	244
第四节 自然排烟的设计·····	249
第五节 机械排烟·····	254
第六节 正压送风防烟系统·····	261
第七节 通风空调系统的阻火隔烟·····	271
第七章 消防电气 ·····	275
第一节 消防供电电源·····	275
第二节 消防配电系统设计·····	289
第三节 配电线路防爆防火设计·····	293
第四节 火灾应急照明与疏散指示标志·····	297
第五节 建筑物防雷、防静电设计·····	301
第六节 接地·····	307
第八章 火灾自动报警与消防联动控制 ·····	312
第一节 火灾自动报警系统类型与组成·····	312
第二节 火灾探测器的选择与布置·····	315
第三节 消防联动控制系统的工作原理·····	335
第四节 火灾自动报警与消防联动控制系统的设计·····	339
第五节 火灾事故广播与消防电话·····	348
第六节 消防控制室·····	353
附录 常用消防电气符号与注释 ·····	355
参考文献 ·····	356

第一章 消防基础知识

第一节 燃烧原理

一、燃烧本质

在日常生活和生产过程中所看到的燃烧现象,大多是可燃物质与空气(氧)或其他氧化剂进行剧烈反应而发生的放热发光现象,其燃烧过程中的化学反应十分复杂,有化合反应,有分解反应,有些复杂物质的燃烧先是物质受热分解,然后发生化合反应。



燃烧通常伴有火焰、发光和(或)发烟的现象。燃烧区的温度较高,使其中白炽的固体粒子和某些不稳定(或易受激发)的中间物质分子内的电子发生能级跃迁,从而发出各种波长的光,发光的气相燃烧区就是火焰,它的存在是燃烧过程中最明显的标志;由于燃烧不完全等原因,燃烧产物中会混有一些微小颗粒,这样也就形成了烟。

从本质上讲,燃烧是一种可燃物与氧化剂作用发生氧化反应,但这种氧化反应由于反应速率不同,或成为燃烧,或成为一般氧化反应。一般氧化反应,由于反应速率低,产生的热量又随时散失,因而没有发光现象,而剧烈的氧化反应,瞬时放出大量的热和光。故燃烧的基本特征表现为:放热、发光、发烟、伴有火焰等。

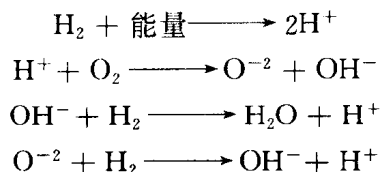
近代链式反应理论认为燃烧是一种游离基的链式反应。链式反应也称链锁反应,即化合物或单分子中的共价键在外界因素(如光、热)的影响下,裂解而成化学活性非常强的原子或原子团——游离基(也称自由基),在一般条件下这些原子或原子团容易自行结合成分子或与其他物质分子反应生成新的游离基。反应物产生少量新的游离基时,即可发生链式反应。反应一经开始,许多链式步骤就自行发展下去,直至反应物裂解完为止。链式反应机理大致可以分为三个阶段:

1) 链引发,即生成游离基,使链式反应开始。生成方法有热分解、光化、放射线照射、氧化还原、加入催化剂等。

2) 链传递,游离基作用于其他参加反应的物质分子,产生新的游离基。

3) 链终止,即游离基消失,使链的反应终止。

以氢在空气中的燃烧为例:



从上述反应式可以看出,游离基有氢原子、氧原子及羟基,反应过程中每一步都取决于前一步生成的物质,故称这种反应为链式反应。

二、燃烧条件

任何物质的燃烧并不是随便发生的,而是必须具备一定的条件。燃烧的发生和发展,一般必须具备以下三个必要条件,即可燃物、氧化剂和温度。人们通常以燃烧三角形来表示这三个要素(图 1-1)。但是,随着科学的发展,人们发现用燃烧三角形表示无焰燃烧的基本条件是正确的;而对有焰燃烧,因燃烧过程中存在未受抑制的游离基作为中间体,即前面所说的链式反应理论,所以表示有焰燃烧应增加一个必要条件——链式反应,这样就形成了燃烧四面体。

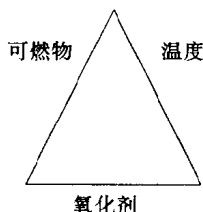


图1-1 燃烧三角形

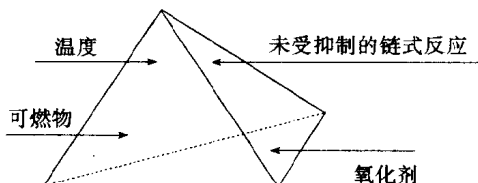


图1-2 燃烧四面体

1. 可燃物

凡是能与空气中的氧或其他氧化剂起化学反应的固体、液体、气体物质都称为可燃物。常见的可燃物质有木材、纸张、汽油、酒精、氢气、乙炔气、钾等。

2. 氧化剂

能帮助和支持可燃物燃烧的物质,即能与可燃物发生氧化反应的物质称为氧化剂,如氧、氟、氯等。

3. 温度

温度即为引火源,是指供给可燃物和氧化剂发生燃烧反应的能量来源。常见的是热能,其他还有由化学能、电能、机械能等转变而来的热能。燃烧反应可以通过用明火点燃处于空气(或氧气)中的可燃物或通过加热处于空气(或氧气)中的可燃物来实现。在无外界引火源时,只有将可燃物加热到其着火点以上才能使燃烧反应进行。因此,物质的燃烧除了其可燃性和氧化剂之外,还需要温度。由于各种可燃物的化学组成和化学性质各不相同,其发生燃烧的温度也不同。

4. 链式反应

大多数的有焰燃烧都存在着链式反应。当某种可燃物受热时,它不仅会汽化,

而且该可燃物的分子还会发生热裂解作用,即它们在燃烧前会裂解为简单分子,这些分子中的原子间的供价键常常会发生断裂,生成活性很强的游离基。由于游离基是一种高度活泼的化学形态,能与其他的游离基及分子反应,而使燃烧持续下去,这就产生了燃烧的链式反应。

具备了燃烧的必要条件,并不等于燃烧必然发生。在各种必要条件中,还有一个“量”的概念,这就是发生燃烧或持续燃烧的充分条件。

1. 一定的可燃物浓度

可燃气体或蒸气只有达到一定浓度才会发生燃烧。如车用汽油在 -38°C 以下,灯用煤油在 4°C 以下,甲醇在 7°C 以下时均不能达到燃烧所需的浓度,在这种条件下,虽有足够的氧气和明火,仍不能发生燃烧。

2. 一定的氧气含量

各种不同的可燃物发生燃烧,均有本身固定的最低含氧量要求,低于这一浓度,虽然燃烧的其他条件已具备,燃烧仍不会发生,如汽油的最低氧含量要求为14.4%,煤油为15%。

3. 一定的点火能量

各种不同的可燃物发生燃烧,均有本身固定的最小点火能量要求,达到这一强度要求时才会引起燃烧反应,否则燃烧便不会发生,如汽油的最低点火能量为0.2mJ。

4. 不受抑制的链式反应

对于无焰燃烧,以上三个条件同时存在,相互作用,燃烧即会发生。对于有焰燃烧,除以上三个条件外,燃烧过程中存在未受抑制的游离基,形成链式反应,使燃烧能够持续下去,也是燃烧的充分条件之一。

三、燃烧类型

(一)闪燃

在一定温度下,易燃与可燃液体(固体)表面上产生足够的可燃蒸气,遇火能产生一闪即灭的短促燃烧现象,即为闪燃。也就是说,液态可燃物表面会产生可燃蒸气,固态可燃物也因蒸发、升华或分解会产生可燃气体或蒸气,这些可燃气体或蒸气与空气混合而形成可燃性气体,当遇明火时会发生一闪即灭的火苗或闪光现象。

1. 闪点

在规定的试验条件下,液体(固体)表面能产生闪燃的最低温度称为闪点。闪点是衡量物质火灾危险性的重要参数。

闪点可用标准仪器测定。液体的闪点可用开杯式或闭杯式闪点仪(通常有泰格闭杯试验器、泰格开杯试验器、克利弗兰得开杯试验器等)测定;测定固体的闪点通常采用程序升温的加热方法。部分易燃和可燃液体的闪点如表 1-1 所示。

表 1-1 部分易燃和可燃液体的闪点

名称	闪点/℃	名称	闪点/℃	名称	闪点/℃
汽油	-50	乙苯	23.5	丙烯腈	-5
煤油	37.8~73.9	丁苯	30.5	戊烯	-17.8
柴油	60~110	甲酸丙酯	-3	丁二烯	41
原油	-6.7~32.2	乙酸丙酯	13.5	氢氟酸	-17.5
乙醇	12.8	乙酸乙酯	-5	二硫化碳	-45
正丙醇	23.5	乙酸丁酯	17	苯乙烯	38
戊烷	<-40	乙酸戊酯	42	乙二醇	85
己烷	-20	乙醚	-45	丙酮	-10
辛烷	16.5	丙醛	15	环己烷	6.3
苯	-14	乙酸	42.9	松节油	32
甲苯	5.5	丁酸	77	环氧丙烷	-37

2. 液体的闪点

不同种类的易燃和可燃液体,根据其化学组成不同,闪点一般有如下变化规律:

1) 同系物的闪点随其分子量的增加而升高。例如甲醇闪点为 11.1℃,而正丙醇的闪点为 23.5℃,如表 1-2 所示。

2) 同系物的闪点随沸点的增加而升高,如表 1-2 所示。

表 1-2 醇类和芳香烃的闪点与分子量、沸点的关系

液体名称	分子量	沸点/℃	闪点/℃
甲醇	32	64.7	11.1
乙醇	46	78.4	12.8
丙醇	60	97.8	23.5
丁醇	74	118.0	36
苯	78	80.1	-14
甲苯	92	110.6	5.5
二甲苯	106	138.3	25.5

3) 多种成分的混合物,如汽油、煤油、柴油等,其闪点随沸程的增加而升高,表 1-3 中列出了汽油的闪点与沸程的关系。

4) 两种液体混合物的闪点,一般低于这两种可燃液体闪点的平均值。例如,汽油闪点为-38℃,照明用煤油闪点为 40℃,若将两者按体积比 1:1 混合,混合物闪

点低于两者闪点平均值 1℃。

5) 能溶于水的易燃液体的闪点随含水量的增加而升高,例如,纯乙醇闪点为 12.8℃;含水 25%时,则变为 22℃;含水 45%时,则变为 23℃。

3. 固体的闪点

部分木材、塑料的闪点如表 1-4、表 1-5 所示。

4. 闪点与火灾危险性

表 1-3 汽油的闪点与沸程的关系

沸 程/℃	闪 点/℃
50~60	-58
60~70	-45
70~80	-36
80~110	-24
110~120	-11
120~130	-4
130~140	+3.5
140~150	+10

表 1-4 部分木材的闪点

材料名称	闪点/℃	材料名称	闪点/℃	材料名称	闪点/℃	材料名称	闪点/℃
松 木	240	枞 木	262	柏 木	253	冷杉木	253
白 桦	263	桂 木	270	红松木	263	梧桐木	269

表 1-5 部分塑料的闪点

材料名称	闪点/℃	材料名称	闪点/℃
聚苯乙烯	370	聚氯乙烯	530
聚乙烯	340	苯乙烯、异丁烯酸甲酯共聚物	338
乙烯纤维	290	聚基甲酸乙酯泡沫	310
聚酰氨	420	聚酯、玻璃钢纤维	298
苯乙烯丙烯晴共聚树脂	366	密胺树脂	475

在消防工作中,以闪点的高低作为评价液体火灾危险性的依据。闪点越低的液体,其火灾危险性就越大。根据闪点可对液体生产、加工、储存的火灾危险性进行分类,进而采取相应的防火安全措施。

(二) 着火

可燃物质与空气共存,达到某一温度或与火源接触即发生燃烧,并在火源移去后,仍能继续燃烧,直至可燃物燃尽为止,这种持续燃烧的现象叫着火。可燃物质开始持续燃烧所需要的最低温度叫燃点。部分常见可燃物质的燃点如表 1-6 所示。

一切可燃液体的燃点都高于其闪点。一般规律是,易燃液体的燃点比其闪点高出 1~5℃,而且液体的闪点越低,这一差别越小,因此在评定这类液体的火灾危险性时,燃点没有实际意义。燃点对可燃固体和闪点比较高的可燃液体,具有实际意义。控制这些物质的温度在燃点以下,也是预防火灾发生的措施之一。

表 1-6 部分常见可燃物质的燃点

物质名称	燃点/℃	物质名称	燃点/℃
石蜡	158~195	塞璐珞	100
蜡烛	190	醋酸纤维	320
樟脑	70	涤纶纤维	390
萘	86	黏胶纤维	235
纸张	130	尼龙 6	395
棉花	210~255	腈纶	355
麻绒	150	聚乙烯	341
麻	150~200	有机玻璃	260
蚕丝	250~300	聚丙烯	270
木材	250~300	聚苯乙烯	345~360
松木	250	聚氯乙烯	391

(三) 自燃

如果物质的温度达到燃点,不用明火去点燃是不会着火的。若可燃物质在空气中,连续均匀地加热到一定的温度,在没有外部火花、火焰等火源的作用下,能够发生自动燃烧的现象叫做受热自燃。

可燃物质受热发生自燃的最低温度叫自燃点。在这一温度时,可燃物质与空气接触,不需要明火源的作用就能自动发生燃烧。部分可燃物质在空气中的自燃点,如表 1-7 所示。

表 1-7 部分可燃物质在空气中的自燃点

物质名称	自燃点/℃	物质名称	自燃点/℃
汽油	415~530	二硫化碳	112
煤油	210	木材	250~350
石油	约 350	褐煤	250~450
氢	572	木炭	350~400
己烷	248	棉纤维	530
丁烯	443	聚乙烯	520
乙炔	305	聚苯乙烯	560
苯	580	有机玻璃	440
甲醇	498	镁	520

可燃物质的自燃点不是固定不变的,它主要取决于氧化时所放出的热量和向外导出的热量。液体与气体可燃物(包括受热时能熔融的固体)的自燃点还受压力、

浓度、含氧量、催化剂等因素的影响；固体可燃物自燃点与固体粉碎颗粒的大小、分解产生的可燃气体数量及受热时间长短等因素有关。

日常生产、生活中引起受热自燃的因素主要有：接触灼热物体、直接用火加热、摩擦生热、化学反应、高压压缩、热辐射作用等等。有些可燃物质在空气中，在远低于自燃点的温度下自燃发热，并且这种热量经过长时间的积蓄使物质达到自燃点而燃烧，这种现象叫做物质的本身自燃。物质本身自燃发热的原因有物质的氧化生热、分解生热、吸附生热、聚合生热和发酵生热。

物质的本身自燃和受热自燃，两种现象的本质是一样，只是热的来源不同，前者是物质本身的热效应，后者是外部加热的作用，因此，两者可以统称为自燃。

（四）爆炸

物质发生急剧氧化或分解反应，使其温度、压力增加或使两者同时增加的现象，称为爆炸。在爆炸时，势能（化学能或者机械能）突然转变为动能，有高压气体生成或释放出高压气体，且这些高压气体随之作机械功，如移动、改变形状或抛射周围物体。

爆炸按爆炸物质在爆炸过程中的变化，可分为化学爆炸、物理爆炸。

物理爆炸是由于液体变成蒸气或者气体迅速膨胀，压力急速增加，并大大超过容器的极限压力而发生的爆炸，如蒸汽锅炉、液化气钢瓶等的爆炸。化学爆炸是因物质本身起化学反应，产生大量气体和高温而发生的爆炸，如炸药的爆炸、可燃气体与空气混合物的爆炸等。

按照爆炸的变化传播速度，化学爆炸可分为爆燃、爆炸、爆震。爆燃是指爆炸物质的爆炸变化速率为数十米至百米，爆炸时压力不激增，没有爆炸特征的响声，无多大破坏力，如气体爆炸性混合物在接近爆炸下限或上限时的爆炸属爆燃；爆炸是物质的变化速度为每秒百米至每秒千米，爆炸时仅爆炸点引起压力激增，有震耳的响声，有破坏作用，如被压榨的火药受摩擦或遇火源引起的爆炸；爆震这种爆炸的特点是突然引起极高的压力，其传播是通过超音速的冲击波来实现的，每秒可达数千千米，冲击波能远离爆震发源地而存在，并引起其他处炸药的爆炸（称为殉爆），具有很大的破坏力。

在消防工作中经常遇到的是可燃性气体、蒸气、粉尘与空气或其他氧化介质形成爆炸性混合物而发生的化学爆炸。对生产、生活中存在可燃气体、蒸气、粉尘环境的火灾爆炸危险性，可通过其相应的爆炸极限来判定，进而采取相应的防范措施。

所谓爆炸极限（又称爆炸浓度极限或燃烧极限或火焰传播极限）是可燃气体、蒸气或粉尘与空气混合后，遇火源产生爆炸的浓度范围，通常以体积百分比表示。空气中含有的可燃气体、蒸气或粉尘所形成的混合物，遇火源能发生爆炸的最低浓度称爆炸下限；遇火源能发生爆炸的最高浓度称爆炸上限。部分可燃气体和液体蒸气的爆炸极限如表 1-8 所示。

表 1-8 部分可燃气体和液体蒸气的爆炸极限

物质名称	在空气中/%		在氧气中/%	
	下限	上限	下限	上限
氢 气	4.0	75.0	4.7	94.0
乙 炔	2.5	82.0	2.8	93.0
甲 烷	5.0	15.0	5.4	60.0
乙 烷	3.0	12.45	3.0	66.0
丙 烷	2.1	9.5	2.3	55.0
乙 烯	2.75	34.0	3.0	80.0
丙 烯	2.0	11.0	2.1	53.0
氨	15.0	28.0	13.5	79.0
环丙烷	2.4	10.4	2.5	63.0
一氧化碳	12.5	74.0	15.5	94.0
乙 醚	1.9	40.0	2.1	82.0
丁 烷	1.5	8.5	1.8	49.0
二乙烯醚	1.7	27.0	1.85	85.5

爆炸极限是个测量参数,也就是说日常生产、生活中某种可燃性气体、蒸气、粉尘的爆炸极限受到各种因素如初始温度、初始压力、惰性介质及杂质、混合物中氧含量、点火源等变化的影响。一般而言,初始温度越高,其分子内能增大,爆炸极限范围越大;初始压力升高,其分子距离缩短,爆炸极限范围变大;混合物中加入惰性气体,爆炸极限范围缩小,特别是爆炸上限受影响更大;混合物中氧含量增大,爆炸下限降低,爆炸上限上升;点火源的温度越高,热表面面积越大,与混合物接触时间越长,点火源给混合物的能量越大,爆炸极限范围也越大。

第二节 可燃物的燃烧特点及燃烧产物

一、可燃物的燃烧特点

(一) 可燃气体的燃烧特点

可燃气体的燃烧不需像固体、液体那样经过熔化、蒸发过程,其所需热量仅用于氧化或分解,或将气体加热到燃点,因此可燃气体容易燃烧,速度也快。通常根据燃烧前可燃气体与氧的混合状况不同,可燃气体的燃烧可分为两大类:

扩散燃烧——可燃气体从喷口(管口或容器泄漏口)喷出,在喷口处与空气中的氧边扩散混合、边燃烧的现象。其燃烧速度取决于可燃气体的喷出速度,一般为

稳定燃烧。如容器、管路泄漏发生的燃烧,天然气井的井喷燃烧都属于此类。

预混燃烧——可燃气体与氧在燃烧之前混合,并形成一定浓度的可燃混合气体,被火源点燃所引起的燃烧。这类燃烧往往造成爆炸。影响预混燃烧速度的因素有气体的组成、可燃气体浓度、可燃混合气体的初始温度、压力、管路直径、管道材质等。如处于标准状态下的甲烷与空气混合气体在管道内的燃烧就属于此类。

(二) 可燃液体的燃烧特点

可燃液体的燃烧实际上是液体蒸气进行燃烧,因此燃烧与否、燃烧速率等与液体的蒸气压、闪点、沸点和蒸发速率等性质有关。某些液体在贮存温度下,液面上蒸气压在易燃范围内遇到火源时,其火焰传播速率较快。易燃液体和可燃液体的闪点高于贮存温度时,其火焰传播速率较低,因为火焰的热量必须足以加热液体表面,并在火焰扩散之前形成易燃蒸气-空气混合物。影响这一过程的有环境因素、风速、温度、燃烧热、蒸发潜热、大气压等。

液态烃类燃烧时,通常有橘色火焰并散发浓密的黑色烟云;醇类燃烧时,通常具有透明的蓝色火焰,几乎不产生烟雾;某些醚类燃烧时,液体表面伴有明显的沸腾状,这类物质的火灾难以扑灭。在不同类型油类的敞口贮罐的火灾中应特别注意三种特殊现象——沸溢、溅出、冒泡,这类液体在燃烧过程中,向液层面不断传热,会使含有水分、黏度大、沸点在 100℃ 以上的重油、原油产生沸溢和喷溅现象,造成大面积火灾,这种现象称为突沸,往往会造成很大的危害;这类油品也称为沸溢性油品。

液体火灾危险性分类是根据其闪点来划分等级的,可燃液体的火灾危险性分类如表 1-9 所示。

表 1-9 可燃液体的火灾危险性分类

火灾危险性分类	分 级	闪点/℃	可燃液体举例
甲	一级易燃液体	<28	汽油、苯、甲醇
乙	二级易燃液体	28~60	煤油、丁醚
丙	可燃液体	>60	柴油、润滑油

(三) 可燃固体的燃烧特点

固体可燃物的燃烧必须经过受热、蒸发、热分解过程,当固体上方可燃气体浓度达到燃烧极限,才能持续不断地发生燃烧。固体可燃物由于分子结构的复杂性、物理性质的不同,其燃烧方式也不同,通常有蒸发燃烧、分解燃烧、表面燃烧和阴燃四种。

蒸发燃烧:指熔点较低的可燃固体受热后融熔,然后像可燃液体一样蒸发成蒸

气而燃烧,如硫、沥青的燃烧等。

分解燃烧:分子结构复杂的固体可燃物,在受热分解出其组成成分及与加热温度相应的热分解产物后,这些分解产物再氧化燃烧,称为分解燃烧,如木材、合成橡胶等的燃烧。

表面燃烧:蒸气压非常小或者难于热分解的可燃固体不能发生蒸发燃烧或分解燃烧,当氧气包围物质的表层时,呈炽热状态并发生无焰燃烧。表面燃烧属于非均相燃烧,现象为表面发红而无火焰,如木炭、焦炭等的燃烧。

阴燃:没有火焰的缓慢燃烧现象称为阴燃。一些固体可燃物,如成捆堆放的棉,大堆垛的煤、草、木材等在空气不流通、加热温度较低或含水率较高时会阴燃。随着阴燃的进行,热量聚集、温度升高,此时如有空气导入可能会转变为明火燃烧。

二、燃烧产物

由燃烧或热解作用而产生的全部物质称为燃烧产物。通常指燃烧生成的气体、热量、可见烟等。燃烧生成的气体一般指一氧化碳、氰化氢、二氧化碳、丙烯醛、氯化氢、二氧化硫、二氧化氮等;热量是由于大多数物质的燃烧是一种放热的化学氧化过程,在这种过程中放出的能量以热量的形式表现,并形成热气的对流、辐射;可见烟是由燃烧或热解作用所生成的悬浮在大气中可见的固体和(或)液体颗粒的总称,其粒径一般在 $0.1\sim 10\mu\text{m}$ 。燃烧产物的数量、组成等随物质的化学组成及温度、空气的供给情况等的变化而不同。

第三节 火 灾

一、火灾的定义及分类

火灾是一种违反人们意志,在时间和空间上失去控制,并给人类带来灾害的燃烧现象。根据可燃物的燃烧特性,通常将火灾分为 A、B、C、D 四类。

A 类火灾:是指固体物质火灾。这种物质往往具有有机物性质,一般在燃烧时能产生灼热的余烬,如木材、棉、毛、麻、纸张等引起的火灾。

B 类火灾:是指液体火灾和可熔化的固体物质火灾,如汽油、原油、甲醇、乙醇、沥青、石蜡等引起的火灾。

C 类火灾:是指气体火灾,如煤气、天然气、甲烷、氢等引起的火灾。

D 类火灾:是指金属火灾,如钾、钠、铝镁合金等引起的火灾等。

此外,随着社会和经济的发展,现代科学技术被广泛应用,带电火灾越来越普遍,这引起人们的普遍重视,目前我国部分消防技术规范对此类火灾的控制和扑灭也作了相应的要求。

二、建筑火灾的发展和蔓延

火灾发生、发展的整个过程是非常复杂的,影响因素也很多,但通过对燃烧理论的研究发现,热量传播伴随火灾发生、发展的整个过程,是影响火灾发展的决定性因素,且热量传播的传导、对流和辐射这三种途径在火灾发展的各个阶段起的作用也各不相同。下面以建筑火灾为例介绍火灾的发展和蔓延。

(一) 建筑室内火灾的发展

建筑火灾一般是最初发生在建筑内的某个房间或局部区域,然后由此蔓延到相邻房间或区域,以至整个楼层,最后蔓延到整个建筑物。在此仅介绍耐火建筑中具有代表性的一个房间内的火灾发展过程。

室内火灾的发展过程可以用室内烟气的平均温度随时间的变化来描述,如图 1-3 所示。根据室内火灾温度随时间的变化特点,可以将火灾发展过程分为三个阶段,即火灾初起阶段(OA 段)、火灾全面发展阶段(AC 段)、火灾熄灭阶段(C 点以后)。

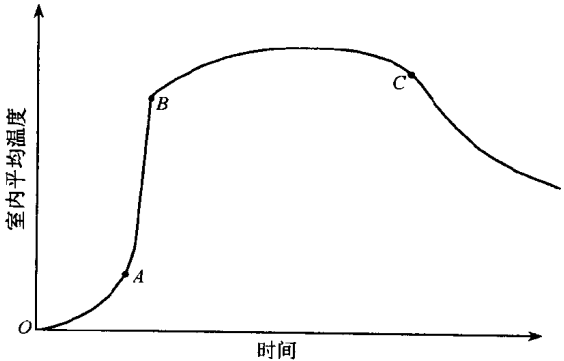


图 1-3 室内火灾温度-时间曲线

1. 初起阶段

室内发生火灾后,最初只是起火部位及其周围可燃物着火燃烧,这时火灾好象在敞开的空间里进行一样。在火灾局部燃烧形成之后,可能会出现下列三种情况:

1) 最初着火的可燃物质燃烧完,而未蔓延至其他的可燃物质,尤其是初始着火的可燃物处在隔离的情况下。

2) 如果通风不足,则火灾可能自行熄灭,或受到通风供氧条件的支配,以很慢的燃烧速度继续燃烧。

3) 如果存在足够的可燃物质,而且具有良好的通风条件,则火灾迅速发展是整个房间,使房间中的所有可燃物(家具、衣物、可燃装修等)卷入燃烧之中,从而使室内火灾进入到全面发展的猛烈燃烧阶段。